

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号: 23020091152727

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 Mean Shift 的长时间目标跟踪

Long Time Object Tracking Based on Mean Shift

陈 芳 灵

指导教师姓名: 洪景新 高工

专 业 名 称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2012 年 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

---

2012 年 月

厦门大学博士论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月

厦门大学博硕士论文摘要库

## 摘要

运动目标跟踪问题涉及到计算机图像处理、模式识别以及人工智能等诸多领域，是一门交叉性很强的学科。被跟踪目标本身形状的多样性、所处环境的复杂性和跟踪过程中的遮挡问题以及光照变化，都构成了限制跟踪算法鲁棒性的关键因素。因此研究一种实时性、鲁棒性好的运动目标跟踪方法依然是该领域面临的一个巨大挑战。

本文首先研究了传统 Mean-shift 算法的目标跟踪问题，通过实验证明了传统 Mean-shift 算法在背景复杂，遮挡等情况下可能发生的跟踪失败的现象。在此基础上我们提出了改进的 Mean-shift 跟踪算法。为了改进目标的颜色与背景颜色分布相似的情况，我们引入了基于强角点颜色特征的 Mean-shift 目标跟踪算法，与传统的 Mean-shift 算法跟踪候选区域所有的像素不同，只跟踪使用 Harris 算子提取算法提取出的特征点，利用少量关键点建立目标模型，去除目标和背景中的光滑部分，抑制背景对目标定位造成的干扰，从而改进 Mean-shift 算法的跟踪性能。之后，本文将 Mean-shift 算法引入卡尔曼滤波框架，在卡尔曼滤波预测的目标位置上，进行 Mean-shift 算法迭代。如果 Mean-shift 算法跟踪效果比较好，则采用 Mean-shift 算法的迭代位置作为目标跟踪系统的目标位置，如果 Mean-shift 算法跟踪效果不好，则采用卡尔曼滤波的预测位置作为目标位置。在此基础上更新卡尔曼滤波器的状态。

最后，为了解决在目标跟踪失败的情况下如何重新找到目标的问题，我们将跟踪、学习、检测算法结合起来。具体步骤如下：跟踪器逐帧跟踪目标，并在跟踪过程中标记出目标正样本和背景负样本用来训练检测器；检测器在每一视频帧中独立检测出目标所在的位置，并在需要的时候更新跟踪器；学习过程评估检测器的错误并且更新检测器以防止错误的累积。在学习过程中我们使用生长剪枝过程来评估检测器的正负样本错误。剪枝过程用来判断检测器未识别出的样本，生长过程用来判断检测器的检测错误。

本文实验部分选用不同的视频序列对改进的算法做了理论分析和实验仿真，实验结果表明，改进的算法不仅能更持久地跟踪目标、具有较强的抗遮挡特性，在一定程度上可以满足实时处理的需要。

**关键词：**目标跟踪；Mean-shift；卡尔曼滤波；目标检测；机器学习

厦门大学博硕士论文摘要库



## Abstract

Moving target tracking in the video stream related to many fields such as Digital Image Processing, Video Image Processing, Pattern Recognition and Artificial Intelligence. It is a strong cross-cutting discipline. The variety shapes of the tracked target, the complexity of the environment and the occlusion problem make the robust target tracking problem difficult. So, find a real-time and robust moving target track method is still a huge challenge in image processing field.

First, we use classic mean-shift algorithm to track object, and then proof that the tracking will be failed in the condition that the environment is complexity and target occlusion happened. In order to improve tracking performance in the condition that the color distribution of the target is similar to the color distribution of the background, we introduce a mean-shift tracking algorithm based on the corner. Different with the classic mean-shift algorithm that use all points in the selected region, mean-shift algorithm based on corners only use the feature points that extracted by Harris algorithm. Using small number of key point to model target can remove smooth part of the image and suppress the interference of background on the target location. Finally, We explores the combination of Kalman filtering framework and Mean-shift algorithm. Using mean-shift algorithm to iterate on the target location that predicted by Kalman filter. If the performance of the meanshift algorithm is better, then we use the position of meanshift iteration as target location, and then update Kalman filter else use kalman filter predicted position as target location.

At last, to solve long-term tracking of unknown objects in a video stream problem,we introduce a long time track model. The model combine tracking algorithm, machine learning with target dectector. The track follows the object from frame to frame. The detector localizes all appearances that have been observed so far and corrects the tracker if necessary. The learning estimates detector's errors and updates it to avoid these errors in the future. We use growing and purning to estimates the errors. Growing estimates missed detections and purning estimates false alarms.

Finally, different experiment based on different video sequence was done, and

we use the results of experiments to analyze our tracking performance. The results of experiments show that our algorithm can not only more long time to track target but also lower computer complexity, satisfy the requirements of real-time.

**Keywords:** Target Tracking, Mean-shift, Kalman Filter, Machine Learning; Target Decetor

厦门大学博硕士论文摘要库

# 目录

<b>第 1 章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 课题研究目的与意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.3 目标跟踪的难点 .....	4
1.4 本文工作安排 .....	5
<b>第 2 章 视频跟踪预处理 .....</b>	<b>7</b>
2.1 图像去噪 .....	7
2.1.1 均值滤波 .....	7
2.1.2 中值滤波 .....	8
2.1.3 高斯滤波 .....	9
2.1.4 数学形态学滤波 .....	10
2.2 运动目标检测 .....	12
2.2.1 帧差法 .....	12
2.2.2 光流法 .....	13
2.2.3 混合高斯模型 .....	14
2.3 本章总结 .....	16
<b>第 3 章 Mean-shift 跟踪算法.....</b>	<b>17</b>
3.1 目标跟踪 .....	17
3.2 Mean-shift 算法 .....	18
3.2.1 基本 Mean-shift 算法 .....	18
3.2.2 Mean-shift 扩展形式 .....	19
3.2.3 Mean-shift 算法用于目标跟踪 .....	20
3.2.4 Mean-shift 实验结果分析 .....	23
3.3 基于角点的 Mean-shift 目标跟踪 .....	25
3.3.1 Harris 强角点 .....	25
3.3.2 基于强角点的 Mean-shift 目标跟踪.....	26

3.3.3 角点 Mean-shift 算法与颜色 Mean-shift 算法对比结果 .....	27
3.4 基于强角点 Mean-shift 与基于颜色 Mean-shift 算法结合 .....	29
3.5 尺度自适应 .....	30
3.5.1 角点匹配 .....	31
3.5.2 缩放因子计算 .....	34
3.6 本章总结 .....	35
<b>第 4 章 基于 Kalman 滤波的跟踪算法 .....</b>	<b>36</b>
4.1 Kalman 滤波器 .....	36
4.1.1 基本 Kalman 滤波器 .....	36
4.1.2 Kalman 滤波器性质 .....	38
4.2 Kalman 滤波应用于目标跟踪 .....	39
4.2.1 Kalman 滤波数学模型 .....	39
4.2.2 Kalman-Meanshift 方法 .....	40
4.2.3 实验结果 .....	42
4.3 本章小结 .....	44
<b>第 5 章 基于 Mean-shift 的跟踪检测模型 .....</b>	<b>45</b>
5.1 目标建模 .....	45
5.2 目标检测器 .....	46
5.2.1 方差分类器 .....	48
5.2.2 集成分类器 .....	48
5.2.3 最近邻分类器 .....	49
5.3 学习阶段 .....	50
5.3.1 机器学习 .....	51
5.3.2 初始化 .....	52
5.3.3 分类器训练 .....	52
5.4 实验结果评价 .....	54
5.5 本章总结 .....	55
<b>第 6 章 总结与展望 .....</b>	<b>56</b>

6.1 工作总结 .....	56
6.2 对将来工作的展望 .....	57
参考文献 .....	58
攻读硕士学位期间发表的论文 .....	63
致 谢.....	64

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士论文摘要库

# Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Backgrounds and Significant.....	1
1.2 Research actuality .....	2
1.3 Difficulties in target tracking .....	4
1.4 Organization of this paper .....	5
<b>Chapter 2 Video Image Preprocessing.....</b>	<b>7</b>
2.1 Image Denoising .....	7
2.1.1 Mean Filter .....	7
2.1.2 Median Filter .....	8
2.1.3 Gaussian Filter.....	9
2.1.4 Morphonological Filter.....	10
2.2 Motion detection .....	12
2.2.1 Frame Difference .....	12
2.2.2 Optical flow method.....	13
2.2.3 Gaussian mixture model.....	14
2.3 Summary .....	16
<b>Chapter 3 Meanshift Tracking algorithm .....</b>	<b>17</b>
3.1 Target Tracking .....	17
3.2 Mean-shift algorithm.....	18
3.2.1 Basic Mean-shift algorithm .....	18
3.2.2 Extended Mean-shift .....	19
3.2.3 Mean-shift algorithm used in target track .....	20
3.2.4 Experiment results and analysis .....	23
3.3 Mean-shift algorithm based on corners.....	25
3.3.1 Strong Harris Corner .....	25
3.3.2 Mean-shift algorithm based on strong corner.....	26

3.3.3	Mean-shift algorithm based on corner and color .....	27
<b>3.4</b>	<b>Mean Shift based on color combine to mean shift based on corner ....</b>	<b>29</b>
<b>3.5</b>	<b>Adaptive Scale.....</b>	<b>30</b>
3.4.1	corner matching .....	31
3.4.2	Scale Factor calculation .....	34
<b>3.6</b>	<b>Summary .....</b>	<b>35</b>
<b>Chapter 4 Tracing algorithm based on Kalman Filter.....</b>		<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Kalman Filter.....</b>	<b>36</b>
4.1.1	Basic Filter .....	36
4.1.2	Property Of Kalman Filter.....	38
<b>4.2</b>	<b>Kalman Filter used in target track .....</b>	<b>39</b>
4.2.1	Kalman Filter Mathematical model.....	39
4.2.2	Kalman-Meanshift method.....	40
4.2.3	Experiment results and analysis .....	42
<b>4.3</b>	<b>Summary .....</b>	<b>44</b>
<b>Chapter 5 Tracking and Detecting model based on mean shift .....</b>		<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Target model .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Target detector .....</b>	<b>46</b>
5.2.1	Variance Classifier.....	48
5.2.2	Ensemble Classifier .....	48
5.2.3	Nearest neighbor classifier .....	49
<b>5.3</b>	<b>Learning .....</b>	<b>50</b>
5.3.1	machine learning .....	51
5.3.2	Initialization.....	52
5.3.3	Training .....	52
<b>5.4</b>	<b>Experiment results and analysis.....</b>	<b>54</b>
<b>5.5</b>	<b>Summary .....</b>	<b>55</b>
<b>Chapter 6 Conclusion and Prospections.....</b>		<b>56</b>
<b>6.1</b>	<b>Conclusion of the Thesis .....</b>	<b>56</b>



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库